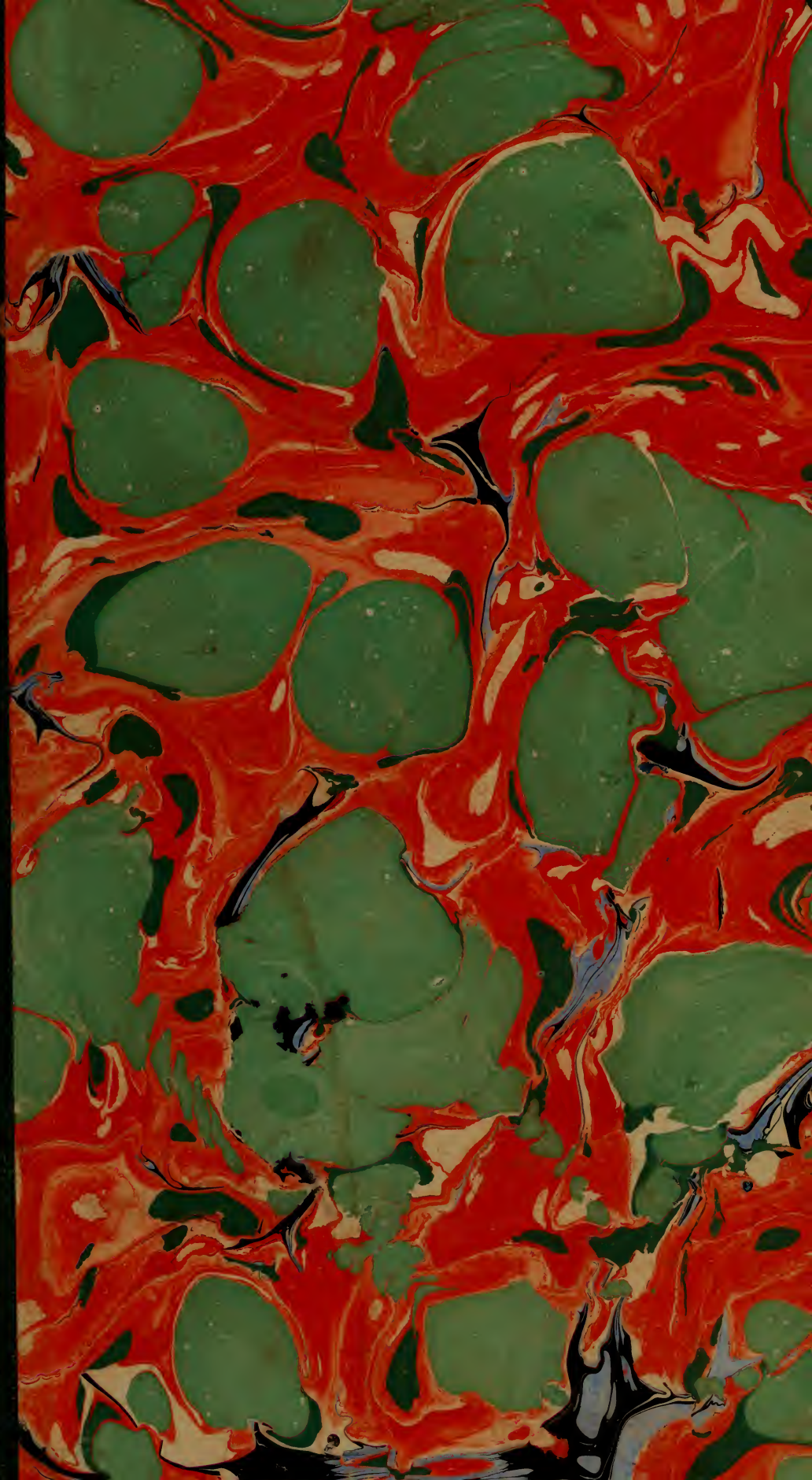


HARVARD MEDICAL LIBRARY

RÖNTGEN

THE LLOYD E. HAWES COLLECTION IN THE HISTORY OF RADIOLOGY

Harvard Medical Library in the Francis A. Countway Library of Medicine ~ *Boston*

VERITATEM PER MEDICINAM QUÆRAMUS

INSTITUT DE FRANCE.

NOTICE

SUR

P. CURIE

PAR M. D. GERNEZ.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POYTECHNIQUE,
55, Quai des Grands-Augustins, 55

1907

P. CURIE.

1859-1906.

INSTITUT.
1907. — 5bis.

PIERRE CURIE,

né le 15 mai 1859, à Paris,
décédé à Paris, le 19 avril 1906.

INSTITUT DE FRANCE.

NOTICE

SUR

P. CURIE

PAR M. D. GERNEZ.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

55, Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1907

INSTITUT DE FRANCE.

SÉANCE DU 18 MARS 1907.

NOTICE

SUR

PIERRE CURIE

PAR M. D. GERNEZ.

Tout par le travail, tout pour la Science : voilà le résumé de la vie de Pierre Curie, vie si riche en découvertes brillantes et en vues géniales qu'elle lui a valu bientôt une admiration universelle. Dans la pleine maturité des recherches dont il poursuivait avec ardeur le développement, un épouvantable malheur est venu, à la consternation générale, les interrompre le 19 avril 1906. Espérons que la noble femme qui fut confidente de ses pensées et qui prit une large part à ses travaux puisera, dans sa profonde affection pour son mari, la force de surmonter sa douleur et de continuer son œuvre.

Pierre Curie est né à Paris, rue Saint-Simon, le 15 mai 1859. Son père, docteur en Médecine, s'appliqua à donner à ses deux fils le goût des sciences d'observation, eut la joie légitime de les voir, de bonne heure, s'engager brillamment dans la voie des découvertes,

y réussir au delà de toutes ses espérances et, après avoir assisté aux succès retentissants de son fils Pierre, il a l'amère douleur de lui survivre.

Je ne parlerai pas de la vie privée de Pierre Curie : elle a été magistralement retracée ailleurs par le plus brillant de ses élèves ([1]), qui a eu le bonheur de vivre dix-huit ans dans son intimité. Il en a précisé les intéressants détails avec une effusion reconnaissante qui fait le plus grand honneur au maître et au disciple. Il a fait ainsi ressortir la physionomie du savant dont l'intelligence est ouverte à toutes les conceptions, de l'expérimentateur qui possède l'adresse du praticien le plus exercé, du professeur esclave de tous ses devoirs et chez lequel on trouve toutes les délicatesses et les qualités de l'honnête homme.

La vie scientifique de P. Curie commence en 1878. Il entre comme préparateur au Laboratoire de Paul Desains. Ce modèle de conscience et de probité scientifique apprécie aussitôt son ardeur au travail, son intelligence et son habileté manuelle; il en fait son collaborateur et, moins de deux ans après, publie avec lui un travail sur la détermination des longueurs d'onde des rayons calorifiques aux basses températures. Dans ces recherches délicates, Paul Desains et P. Curie sont parvenus à mesurer des longueurs d'onde de 7 microns et ont montré l'existence de radiations moins réfrangibles : résultat que Langley ne réussit à obtenir et à dépasser qu'une dizaine d'années plus tard et à l'aide de moyens beaucoup plus puissants.

A partir de 1880 les travaux de P. Curie se succèdent dans des directions diverses, formant nettement trois périodes :

1° Celle de la collaboration avec son frère aîné Jacques Curie, aujourd'hui professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier;

2° Celle où il poursuit seul des recherches diverses;

([1]) M. Langevin.

3° La dernière, dans laquelle interviennent la collaboration très sérieuse de Mme Curie et l'aide efficace de plusieurs de ses élèves. Dans cette période, ses qualités d'invention l'ont mis tout à fait hors de pair, par l'importance et l'imprévu des résultats obtenus dans l'étude des corps radioactifs.

I.

On savait depuis longtemps qu'un prisme de tourmaline s'électrise, pendant qu'on le chauffe, positivement sur une moitié de sa longueur, négativement sur l'autre et que si on l'abandonne au refroidissement le changement de signe se produit sur les deux moitiés du cristal, les charges électriques restant égales du reste pour d'égales variations de température. D'autres substances se comportent comme la tourmaline et Haüy a montré que leurs cristaux sont tous dissymétriques.

Guidés par des considérations sur la symétrie des cristaux, que P. Curie ne fit connaître que plus tard dans leurs détails et appliquant le principe de la conservation de l'énergie, les deux frères Curie soupçonnèrent que, si l'on faisait subir aux corps dissymétriques, au moyen d'actions mécaniques, compression ou traction, des variations de dimensions semblables à la contraction ou à la dilatation produites par la chaleur, on observerait des effets électriques pareils à ceux qui résultent des variations de température. L'expérience confirma leurs prévisions : ils avaient découvert la *piézo-électricité,* c'est-à-dire la production d'électricité déterminée dans les corps dissymétriques par une action mécanique.

Tous les corps pyro-électriques sont aussi piézo-électriques. Dans la tourmaline, l'axe électrique coïncide avec l'axe principal du cristal; si on le comprime dans le sens de cet axe, en exerçant une pression sur les deux bases du prisme, il se produit sur ces bases

des électricités contraires égales entre elles et respectivement de même sens que celles qu'on produirait en refroidissant le cristal. MM. Curie ont déterminé les lois du phénomène. Si l'on remplace dans leur énoncé le mot *déformation* par *variation de température* on a l'énoncé textuel des lois formulées par Gaugain en 1856 dans sa magistrale étude de la pyro-électricité de la tourmaline.

MM. J. et P. Curie ont été plus loin : ils ont montré que l'on manifeste cette propriété chez les cristaux dans lesquels on peut faire intervenir la symétrie du champ électrique. Ils ont prouvé que dans les cristaux de quartz il y a trois axes électriques, qu'il y en a quatre dans la blende, la boracite et le sel de Seignette.

Dès qu'il eut connaissance des recherches piézo-électriques de MM. J. et P. Curie, M. Lippmann, s'appuyant sur le principe de la conservation de l'électricité, fit remarquer que le phénomène inverse devait se produire : c'est-à-dire que les cristaux piézo-électriques doivent, dès qu'on les électrise par une source extérieure, éprouver une déformation correspondant à la charge électrique qu'ils ont reçue. Cette conséquence était d'une vérification très difficile, à cause de la petitesse des quantités à mesurer. MM. J. et P. Curie imaginèrent à cette occasion des procédés d'une extrême délicatesse, à l'aide desquels ils parvinrent, non seulement à mettre en évidence les déformations, mais même à les mesurer et à vérifier numériquement les prévisions de M. Lippmann.

Ces recherches conduisirent les deux frères à imaginer un instrument de mesure qui devait leur rendre plus tard de précieux services : le *quartz piézo-électrique*. Il donne le moyen de produire, avec la plus grande facilité, des quantités déterminées d'électricité et de les mesurer : il se prête à un grand nombre d'applications que les inventeurs surent utiliser. C'est un excellent étalon d'électricité statique, d'une constance parfaite.

Dès 1882, P. Curie avait quitté le laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences, pour entrer, en qualité de Chef des travaux,

à l'École de Physique et de Chimie que la Ville de Paris venait de fonder dans les vieux bâtiments du Collège Rollin. C'est dans le laboratoire organisé par lui, dans cette École, qu'il réalisa avec son frère les brillantes recherches que je viens d'analyser. Peu après, M. Jacques Curie poursuivit des études particulières sur le pouvoir inducteur spécifique et la conductibilité des corps cristallisés, travail qu'il présenta comme thèse de doctorat en juin 1888 et, bientôt après, entra en province dans l'enseignement supérieur.

Son départ ne ralentit pas l'ardeur scientifique de P. Curie : elle se manifesta, pendant les sept années suivantes, par de savants Mémoires et d'ingénieuses inventions.

II.

Dans son mémorable travail de 1849, qui a servi de base à la cristallographie moderne, Bravais n'avait envisagé que la symétrie de structure ou géométrique. P. Curie fit connaître en 1885 les idées sur la symétrie qui l'avaient guidé dans ses recherches antérieures. Il montra qu'il y avait, dans l'étude des phénomènes physiques des cristaux, un grand intérêt à envisager des considérations moins simples et à donner plus de précision aux principes fondamentaux de leur théorie. Il est nécessaire, en effet, si l'on veut ne laisser échapper à l'investigation aucune classe de phénomènes, de tenir compte du genre de symétrie des agents qui peuvent intervenir dans les conditions d'équilibre des milieux. P. Curie fait remarquer, par exemple, qu'un corps peut être animé d'une vitesse linéaire ou d'une vitesse de rotation, qu'il peut être comprimé ou tordu, placé dans un champ électrique ou magnétique, traversé par un rayon de lumière, soit naturelle, soit polarisée, rectilignement ou circulairement, etc. Par suite, les phénomènes que l'on observe dépendent nécessairement des deux conditions : genre de

symétrie du milieu et genre de symétrie des agents qui interviennent pour le modifier.

Ces considérations conduisirent P. Curie à établir une classification générale des divers genres de symétrie et à dresser le tableau complet de toutes les familles de groupes et de sous-groupes d'éléments de symétrie, autour d'un point et autour d'un axe. Il indiqua, comme application, comment on peut se rendre compte des conditions nécessaires à la production des phénomènes, soit pyro-électriques, soit piézo-électriques; il fit voir qu'un champ électrique et un champ magnétique, qui se superposent avec même direction, donnent un milieu possédant la dissymétrie nécessaire au phénomène de la polarisation rotatoire des corps actifs; il indiqua le moyen de prévoir l'impossibilité de réaliser certains phénomènes que l'on pourrait imaginer et la marche à suivre pour la découverte éventuelle de faits nouveaux.

Des recherches d'un autre ordre mirent en évidence ses qualités exceptionnelles. Une étude complète des variations magnétiques avec la température, la pression, l'intensité du champ magnétique restait à faire. L'entreprise présentait de grandes difficultés : il fallait opérer sur des produits d'une pureté parfaite, les chauffer à des températures très élevées, maintenues constantes pendant assez longtemps et mesurées avec précision, emprisonner des gaz sous de fortes pressions, enfin effectuer une détermination exacte des intensités magnétiques. P. Curie ne recula pas devant cette entreprise et les ressources de son esprit ingénieux, servi par son extrême habileté manuelle, triomphèrent de tous les obstacles et mirent en évidence de précieux résultats :

1° Chez les corps *diamagnétiques,* groupe qui comprend la plupart des corps simples et composés, le *coefficient d'aimantation spécifique* est *indépendant de l'intensité du champ. Il est aussi généralement indépendant de la température et de l'état*

solide ou liquide du corps, sauf deux exceptions pour le sélénium et le bismuth;

2° Chez les corps *faiblement magnétiques* (oxygène, bioxyde d'azote, palladium, platine, manganèse, sels métalliques dissous ou desséchés), le *coefficient d'aimantation spécifique* est aussi *indépendant de l'intensité du champ,* mais ces corps diffèrent complètement des précédents au point de vue de l'action de la chaleur; le *coefficient d'aimantation spécifique varie le plus souvent en raison inverse de la température absolue.* Ce résultat peut être invoqué en faveur des théories qui attribuent le diamagnétisme et le magnétisme à des causes différentes;

3° Le magnétisme des corps que P. Curie appelle *ferromagnétiques* (fer, nickel, cobalt, magnétite, acier) est au contraire de même nature que celui des corps faiblement magnétiques. En effet, un corps *ferromagnétique* se transforme progressivement quand on le chauffe et prend, si la température est suffisamment élevée, les propriétés d'un corps faiblement magnétique. C'est ce qui résulte de nombreuses expériences exécutées à des températures variant de 20° à 1350° et pour des champs magnétiques s'élevant de 25 à 1350 unités.

Ce travail fut présenté, comme thèse de doctorat, en mars 1895 sous le titre : *Recherches sur les propriétés magnétiques des corps à diverses températures.* Entre temps, P. Curie avait imaginé divers dispositifs destinés pour la plupart à augmenter la précision ou à accélérer la manœuvre d'instruments de mesure connus. Je citerai, par exemple :

1° L'*électromètre astatique pouvant servir de wattmètre,* modification de l'électromètre de Lord Kelvin dans lequel, avec la collaboration de M. Blondlot, il substitue à l'équipage mobile un système de secteurs métalliques analogues aux secteurs fixes, dis-

position dans laquelle la déviation est rigoureusement proportionnelle à la différence de deux potentiels;

2° Le *Condensateur absolu à anneau de garde,* appareil pour l'emploi duquel il donna de précieuses indications, avec une ingéniosité et une sûreté de vues qui forcèrent l'admiration de Lord Kelvin et lui valurent à la fois sa haute estime et sa vive affection;

3° La *balance de précision apériodique, à lecture directe des derniers poids,* dont il étudia avec le plus grand soin la construction et qui permet d'apprécier rapidement jusqu'au centième de milligramme.

L'exposé qui précède montre qu'un tel faisceau de résultats nouveaux et incontestés, obtenus par des moyens ingénieux et délicats, étaient assez importants pour attirer les suffrages et les sympathies du monde savant et suffisants à illustrer le nom de P. Curie. Je vais aborder le résumé des recherches qui lui ont acquis une réputation universelle.

III.

Cette période s'ouvre en 1895. P. Curie, docteur ès sciences, fut nommé Professeur d'Électricité générale à l'École de Physique et de Chimie. C'est alors qu'il rencontra la fille d'un Médecin polonais, Mlle Marie Klodowska, qui venait de conquérir le diplôme de licencié ès sciences physiques et avait été admise à travailler au laboratoire de recherches physiques de M. Lippmann. La communauté des goûts, des caractères, des aptitudes et des aspirations, décidèrent un mariage qui, de ces deux natures d'élite, fit un seul cœur et une seule pensée.

C'était au moment où l'activité scientifique, provoquée par la découverte des rayons de Röntgen, entraînait un grand nombre de

physiciens vers l'étude des radiations diverses. M. H. Becquerel faisait en 1896 une importante découverte. Il démontrait que les composés de l'uranium et ce métal lui-même, lorsqu'ils sont tirés d'une obscurité absolue longtemps prolongée, ou même lorsqu'ils ont été préparés à l'abri de toute lumière, ont la propriété d'émettre des radiations caractérisées par les effets suivants : elles impressionnent les plaques photographiques, rendent conducteur de l'électricité l'air qu'elles traversent, se propagent dans les corps transparents sans se réfléchir, ni se réfracter, traversent librement les lames métalliques minces et le papier noir, de plus, elles rendent lumineuses certaines substances sur lesquelles on les dirige. On désigna ces radiations par le nom du savant physicien qui les avait découvertes.

Les propriétés de ces radiations nouvelles sont précisément celles que présentent les rayons de Röntgen, avec cette différence notable que ces diverses manifestations sont d'une intensité très faible, circonstance qui empêcha l'auteur de poursuivre avec succès, dans tous ses détails, la recherche des lois qui les régissent.

Mais il est un fait qui rehausse singulièrement l'importance de la découverte de M. H. Becquerel : tandis que les rayons de Röntgen sont les formes variées de la transformation d'une énergie reçue de l'extérieur et qu'il est besoin d'un mécanisme pour la mettre en œuvre, conditions compatibles avec les principes fondamentaux de la Mécanique, l'uranium et ses composés, au contraire, émettent directement des radiations pendant des années, sans qu'on ait réussi à constater qu'elles en aient reçu d'ailleurs pendant ce temps, ou qu'elles aient éprouvé un changement ou une transformation appréciable : ce sont des sources qui dépensent indéfiniment sans s'appauvrir, ce qui met en question le principe de la conservation de l'énergie.

Des résultats aussi extraordinaires étaient de nature à stimuler le zèle des chercheurs. Mme Curie, attirée par l'intérêt du sujet,

dirigea ses études dans cette voie nouvelle. Il était peu probable que, de tous les corps connus, l'uranium et ses composés fussent les seuls doués de propriétés radioactives. Mme Curie passa en revue un grand nombre de substances et réussit, en même temps qu'un savant allemand, M. Schmidt, à reconnaître que les composés du thorium ont les mêmes propriétés que ceux de l'uranium et à peu près au même degré.

Ses expériences et celles de M. H. Becquerel montraient que les corps essayés émettent d'autant plus de radiations qu'ils contiennent une plus grande quantité de ces métaux, quelles que soient d'ailleurs les combinaisons dans lesquelles ils sont engagés : d'où l'on était fondé à conclure que les propriétés observées dépendent exclusivement de l'atome métal. C'est alors que Mme Curie entraîna son mari à se livrer avec elle à ces recherches, qui avaient tout l'attrait d'un champ nouveau à exploiter.

Dans des expériences de ce genre, des essais purement qualitatifs ne peuvent conduire qu'à des tâtonnements généralement stériles. Il est nécessaire de disposer d'un instrument susceptible de donner avec précision la mesure du phénomène, afin de comparer avec certitude la valeur des résultats obtenus; les méthodes photographique et fluoroscopique, qui peuvent servir à constater l'existence des radiations, manquent de sensibilité et ne se prêtent à aucune mesure précise; la méthode électrique, avec le quartz piézoélectrique, appliqué à l'électromètre, convient merveilleusement dans ces déterminations, puisqu'elle permet d'apprécier l'action des radiations sur le corps électrisé avec une rapidité extrême et de mesurer des effets variant de 1 à 10000.

Par ce procédé d'investigation, M. et Mme Curie ne tardèrent pas à trouver, parmi les nombreux échantillons qu'ils essayèrent, des corps qui contenaient de l'uranium ou du thorium et avaient sur les appareils une action bien plus prononcée que celle de l'uranium ou du thorium qui pouvaient s'y trouver. Ils constatèrent que ces

corps étaient même plus actifs que s'ils étaient entièrement formés d'uranium ou de thorium : certains échantillons de pechblende étaient quatre fois, d'autres, de chalcolite et de carnotite, trois fois plus actifs.

Ce fut pour eux un trait de lumière. Ils en conclurent que cet excès d'activité était dû à une substance inconnue, qui serait mélangée à l'uranium et aux autres corps constituant le composé essayé et serait susceptible de produire des effets d'une intensité exceptionnelle. Ils dirigèrent leurs expériences dans cette voie et les résultats dépassèrent bientôt leurs prévisions les plus optimistes.

La pechblende de Joachimsthal (Bohême), qui leur avait fait pressentir les meilleurs résultats, est un minerai très complexe. Outre l'oxyde d'uranium, qui forme à peu près les trois quarts de son poids, on y trouve, avec 5 pour 100 environ de galène, des silicates et carbonates de calcium, de magnésium, de fer et de sodium et de petites quantités des métaux les plus divers : vanadium, molybdène, tungstène, bismuth, manganèse, cobalt, nickel, étain, cuivre et argent. A l'aide de réactifs appropriés, M. et Mme Curie séparèrent des groupes de ces divers corps, essayant, après chaque opération, l'action des matières séparées sur l'électromètre et ne retenant que les produits qui manifestaient les propriétés des corps radioactifs. Il se trouvèrent ainsi en possession d'un produit quatre cents fois plus actif que l'uranium. Mme Curie, dans son enthousiasme, salua le corps actif qu'il contient du nom de *polonium,* en souvenir de sa patrie. Les composés de ce métal présumé sont, par l'ensemble de leurs propriétés, analogues aux composés du bismuth.

Poursuivant leurs recherches sur une plus grande quantité de matières premières, M. et Mme Curie, avec la collaboration de M. Bémont, parvinrent à séparer des produits beaucoup plus actifs

encore que les composés de l'uranium, du thorium et du polonium. Ils attribuèrent cette activité exceptionnelle à la présence d'un métal, qu'ils désignèrent sous le nom de *radium*, qui serait au moins un million de fois plus actif que l'uranium. Les combinaisons du radium avec les corps simples ou composés connus ont beaucoup de ressemblance avec celles que produit le baryum combiné aux même corps. L'analyse chimique permit de les distinguer : un chlorure très impur de radium contenait un poids de métal représenté par 145,8 au lieu de 138,5 de baryum qu'eût donné, pour le même poids de chlore, le chlorure de baryum. Le radium avait, d'après cela, un poids atomique supérieur à celui du baryum.

D'autre part, Demarçay, dont l'habileté comme expérimentateur et la compétence en Spectroscopie étaient universellement appréciées, ayant examiné les produits obtenus par M. et Mme Curie, avait observé un spectre de lignes très différent de celui du baryum et caractérisé surtout par la raie très brillante $\lambda = 3814,7$ qui permettait d'affirmer la présence, dans les produits très radioactifs, d'un métal inconnu. La connaissance de ce spectre changea dès lors en certitude les prévisions des auteurs et facilita singulièrement les essais qui conduisirent à obtenir des produits purs. Le spectroscope permet, en effet, de constater rapidement l'existence du radium dans un produit qui n'en contient que $\frac{1}{10000}$. En ce qui concerne la mesure des effets, cette sensibilité est encore de beaucoup dépassée par celle de l'électromètre, mis en relation avec le quartz piézo-électrique, car, lorsque l'isolement est parfait, cet instrument permet de déceler la présence d'une partie de radium, mélangée à cent millions de parties de produits étrangers. C'est à l'aide de ces deux guides que M. et Mme Curie sont parvenus à obtenir plus tard du chlorure et du bromure de radium purs, et l'analyse de ces produits leur a permis de fixer le poids atomique du radium à la valeur 226, au lieu des nombres très inférieurs

auxquels ils avaient été conduits en analysant des produits impurs. Le radium avec ce poids atomique continue la série des métaux alcalino-terreux : calcium, strontium et baryum.

Les manipulations nécessitées par l'extraction des matières radioactives étaient extrêmement laborieuses : on en pourra juger si l'on considère qu'il fallait traiter mille kilogrammes de pechblende pour en tirer deux décigrammes de produits actifs purs. M. et Mme Curie s'y livrèrent avec une merveilleuse ardeur. Devant un pareil labeur, on ne sait ce que l'on doit admirer le plus, de la perspicacité qui leur fit deviner le succès, de leur science qui les guida dans le choix des réactifs, de la persévérance qui les soutint dans ces pénibles recherches et des sacrifices de tout genre qu'ils durent s'imposer avant de se trouver en possession d'une quantité minime de la précieuse matière dont ils firent une si belle étude.

L'éclat des premiers résultats obtenus leur valut de sérieux encouragements : le gouvernement autrichien, propriétaire des mines de Joachimsthal, mit à leur disposition la première tonne des résidus de pechblende dont on avait extrait l'uranium ; ils reçurent des subsides d'un généreux anonyme, de l'Académie des Sciences et de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale. De plus, la Société Centrale de produits chimiques leur offrit de faire exécuter, sans bénéfice, dans son usine, sur la tonne de résidus de pechblende, les premières séparations qu'il était impossible d'effectuer dans un laboratoire. Il fallait, en effet, employer pour ce traitement cinq tonnes de produits chimiques et cinquante tonnes d'eau de lavage. M. Debierne, qui avait assisté M. et Mme Curie dans leurs premiers essais, se chargea de diriger cette opération. Son dévouement fut récompensé par la découverte d'un nouveau corps, très fortement radioactif, qu'il nomma l'*actinium,* corps auquel il identifia récemment le produit que M. Giesel annonçait comme nouveau sous le nom d'*émanium.*

Plus tard, l'Institut mit à la disposition de M. et Mme Curie une

somme de 20 000 francs, prélevée sur le legs Debrousse, et destinée à leur fournir les moyens d'obtenir *un gramme* de matières radioactives pures et de pousser plus avant des recherches déjà si fécondes. Avec les quantités minimes de matières qu'ils avaient préparées et grâce à l'activité extrême des sels de radium, ils avaient déjà poursuivi, dans diverses directions, l'étude détaillée de leurs propriétés et mis hors de doute les faits remarquables qui ont si vivement impressionné le monde savant.

Les radiations émises par les composés du radium sont un mélange hétérogène de rayons que l'on désigne, suivant la notation proposée par M. Rutherford, sous les dénominations de rayons α, β et γ : dans un champ magnétique très intense, les rayons α et β sont déviés; les premiers le sont très peu, sont absorbés par une lame d'aluminium de quelques centièmes de millimètre d'épaisseur et sont chargés d'électricité positive; les seconds, fortement déviés, sont chargés d'électricité négative et se comportent comme les rayons cathodiques; quant aux rayons γ, que M. Villard a distingués le premier, ils poursuivent leur route en ligne droite, sont très pénétrants au point de traverser une plaque de plomb épaisse de plusieurs centimètres et sont assimilables aux rayons de Röntgen; ils ne constituent qu'une partie faible de la radiation totale.

Il résulte de cette complexité des radiations émises par le radium, que leurs propriétés sont celles que l'on observe à la fois avec les rayons cathodiques et avec les rayons de Röntgen, si le composé du radium est contenu dans une ampoule de verre, qui absorbe le faisceau de rayons α. Mais l'intensité des phénomènes observés est très grande, surtout si l'on opère sur un cristal pur de chlorure ou de bromure de radium.

Ces composés sont spontanément lumineux et ils luisent indéfiniment. Ils impressionnent en un temps extrêmement court les plaques photographiques, même avec interposition d'un écran qui

est plus ou moins transparent, jamais opaque. Ils peuvent donner des radiographies sans tube de Crookes et rendent phosphorescents un grand nombre de corps. Ils déchargent instantanément un électroscope, même quand on le protège par une paroi solide, produisent des actions chimiques, comme la lumière solaire, ozonisent l'air, etc.

Leur action physiologique a été mise en évidence par P. Curie et M. H. Becquerel, ils ont observé qu'une ampoule de verre contenant un sel de radium, mise en contact avec la peau, produit, après plusieurs semaines, une escarre plus ou moins difficile à guérir suivant la durée du contact.

Outre ces propriétés, qui sont celles des rayons de Röntgen, les radiations émises par les sels de radium en ont d'autres plus remarquables encore. M. et Mme Curie ont montré que les sels de radium fonctionnent comme source de chaleur constante. 1^g^ de chlorure, préparé depuis longtemps, dégage par heure 80 calories, c'est-à-dire une quantité de chaleur suffisante pour fondre son poids de glace, et MM. P. Curie et Dewar ont manifesté ce dégagement de chaleur dans une enceinte maintenue à —292°, en faisant bouillir de l'hydrogène liquide, sous l'influence du chlorure de radium et en mesurant le volume de gaz dégagé.

Une autre propriété non moins extraordinaire a été mise en évidence par M. et Mme Curie et M. Debierne. Indépendamment des radiations α et β déviables et γ non déviable par un champ magnétique, signalées plus haut, les composés de radium et ceux d'actinium (mais non ceux de polonium) émettent encore quelque chose qui n'est pas un rayonnement, car il ne passe pas à travers la paroi mince d'une ampoule et contourne les écrans que l'on interpose entre le sel de radium et le corps qu'il va influencer. Il se propage de proche en proche dans l'air, même dans des tubes capillaires, longs de plusieurs mètres et communique la *radioactivité induite* à tous les corps qu'il rencontre, quelle qu'en soit la

nature. Un sel de radium solide, ou plus efficacement encore, à l'état de dissolution, provoque la radioactivité non seulement des corps renfermés avec lui dans la même enceinte, qu'ils soient solides, liquides ou gazeux, mais encore celle des parois du vase. Les corps ainsi activés émettent les mêmes radiations que le radium lui-même. Le sulfure de zinc de Sidot resplendit au contact de l'air rendu radioactif. Le corps activé, retiré de l'enceinte, perd son activité suivant une loi exponentielle.

M. Rutherford a donné le nom d'*émanation* à la matière gazeuse, issue des composés du radium, qui se répand dans l'espace et y détermine les phénomènes de la radioactivité. Les expériences de M. Rutherford et de MM. P. Curie et Danne ont montré que cette émanation a beaucoup des caractères des gaz; elle se partage, entre deux réservoirs communicants, suivant la loi du mélange des gaz, elle se diffuse dans l'air suivant les lois de la diffusion gazeuse et son coefficient de diffusion est voisin de celui du gaz carbonique, enfin elle disparaît, en fonction du temps, suivant une loi exponentielle et diminue de moitié en quatre jours.

A ces notions, MM. Rutherford et Soddy ont ajouté un fait important, c'est que l'émanation peut être condensée dans un récipient refroidi à la température d'ébullition de l'air liquide et MM. Ramsay et Soddy ont trouvé qu'au moment où l'émanation disparaît, elle donne lieu à une production de gaz hélium, qu'ils ont caractérisé par l'analyse spectrale. D'autre part MM. J. Dewar et P. Curie ont observé que le bromure de radium pur, fondu et débarrassé de tout gaz occlus, dans un tube de quartz chauffé, puis scellé à la lampe, dégage après vingt jours, dans le vide, un gaz qui présente au spectroscope le spectre entier de l'hélium et pas d'autres lignes.

Quelle théorie peut-on donner de tous ces surprenants phénomènes? M. et Mme Curie, aussitôt après leur découverte du radium, en avaient proposé plusieurs, mais ils avaient jugé prématuré de se prononcer sur leur valeur. Ils estimaient plus conforme aux

saines méthodes d'investigation, d'amasser le plus de faits possible, avant de les coordonner en système. Les diverses recherches qu'ils effectuèrent et celles qui furent poursuivies par d'autres savants les amenèrent à s'attacher à une des théories, qu'ils avaient indiquées comme possibles, celle qui repose sur la *désagrégation des atomes des corps radioactifs et de la transmutation des éléments*. Ils admettent que le radium produit une émanation gazeuse, matérielle et radioactive qui se désagrège à son tour, donnant des matières radioactives solides, auxquelles sont dus les phénomènes de la radioactivité induite. Cette manière de voir permettrait d'interpréter les résultats numériques des laborieuses expériences, dans lesquels MM. P. Curie et Danne ont exposé un corps aux émanations du radium, soit pendant plusieurs jours, soit pendant un temps relativement court, puis ont étudié la manière dont il se désactive à l'air libre.

Les recherches de P. Curie, poursuivies pendant vingt-huit ans avec une intelligence pénétrante, une ténacité et une sûreté de vues qui ne se trouvèrent jamais en défaut, furent consacrées par les récompenses les plus honorables. En 1895 l'Académie des Sciences, sur un rapport de M. Mascart, attribua le prix Gaston Planté aux travaux faits par MM. Jacques et Pierre Curie sur la piézo-électricité; en 1901, sur le rapport de M. H. Becquerel, elle décerna à Pierre Curie le prix La Caze. En 1903, sous le patronage de Lord Kelvin, la Société royale de Londres lui donna la médaille de Davy et lui demanda de lui faire l'honneur d'exposer devant elle ses recherches sur le radium; peu après, il partagea, ainsi que Mme Curie, le prix Nobel avec M. H. Becquerel, pendant que Mme Curie partageait avec M. Branly le prix Osiris, enfin, l'Académie des Sciences a rendu un suprême hommage à ses découvertes en les récompensant par le prix Jean Reynaud.

Depuis 1900, P. Curie était chargé, à la Faculté des Sciences de

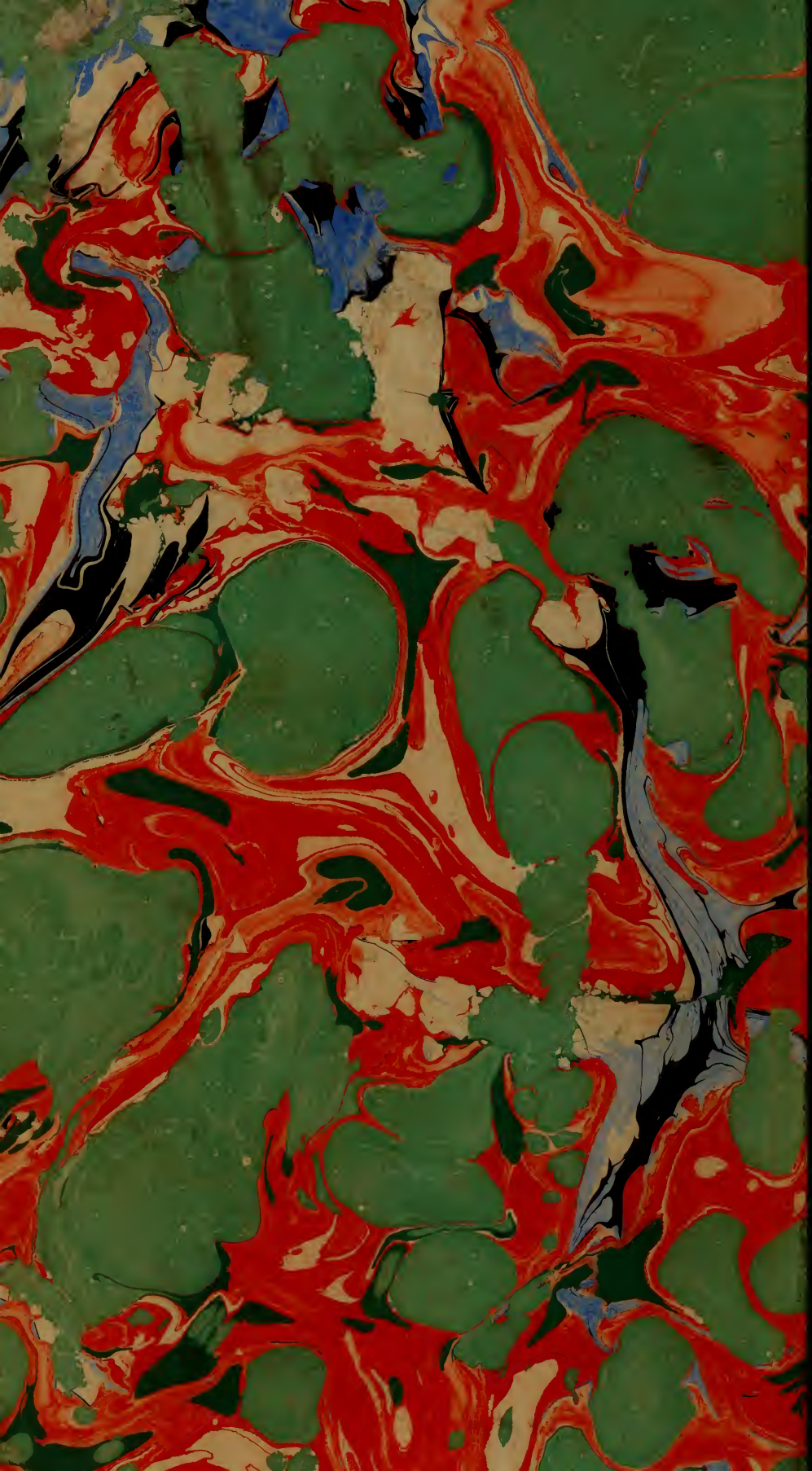
Paris, de professer un Cours de Physique où il était maintenu dans les exigences étroites d'un programme : pour lui donner les moyens de poursuivre ses recherches sans autre préoccupation que celle de les faire connaître, le Parlement vota la création d'une chaire, pour ainsi dire personnelle, où il avait toute liberté de diriger son enseignement dans des voies nouvelles. Peu après, le 3 juillet 1905, présenté à l'unanimité en première ligne par la Section de Physique, il était nommé membre de l'Académie des Sciences en remplacement de M. Potier.

Toutes ces distinctions ne l'ont pas ébloui, il était et il restera une figure remarquable entre toutes dans l'histoire scientifique de notre époque; ses contemporains trouvent en lui le précieux exemple d'un dévouement à la Science, à la fois opiniâtre et désintéressé. Il est peu de vies plus pures, et plus justement célèbres.

La Bruyère a dit, il y a deux cents ans : « *Avec un grand mérite et une plus grande modestie, l'on peut être longtemps ignoré.* » La modestie de P. Curie, admirée de tous ceux qui l'ont vu, était peut-être plus grande encore que son mérite. Ce sera l'honneur de notre génération de l'avoir universellement reconnu et proclamé. Pierre Curie est de son vivant entré dans la gloire, qui, suivant une heureuse expression d'un de nos vénérés maîtres [1], est *la justice humaine sous la forme d'une auréole*. Sa mémoire, justement honorée des savants qui pouvaient le mieux apprécier ses travaux, acclamée de ceux qui voyaient en lui un magnifique épanouissement de la Science française, restera pour tous inoubliable et particulièrement chère à ceux qui ont eu la bonne fortune de vivre près de lui.

---

[1] D. Nisard.

39737 Paris. — Imp. GAUTHIER-VILLARS, quai des Grands-Augustins, 55.

ΕΓΩ ΘΕΟΣ ΓΕΩΜΕΤΡΕΩ